



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 39 14 835.1-51
22 Anmeldetag: 5. 5. 89
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 26. 7. 90

DE 39 14 835 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

ANT Nachrichtentechnik GmbH, 7150 Backnang, DE

72 Erfinder:

Kuke, Albrecht, Dr., 7159 Auenwald, DE; Spatschek,
Thomas, Dipl.-Ing. (FH), 7173 Mainhardt, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 37 31 311 A1
DE 35 43 558 A1
DE 32 06 600 A1
DE 31 38 197 A1

54 Anordnung zur Ankopplung eines Lichtwellenleiters an ein optisches Sende- oder Empfangselement

Anordnung zur Ankopplung eines Lichtwellenleiters an ein optisches Sende- oder Empfangselement.

Bei obigen Anordnungen ist eine genaue Justierung sehr wichtig, die Anordnung sollte jedoch sehr kompakt sein. Es genügt nicht, die Silizium-Ätztechnik für die Genauigkeit auszunutzen.

Eine Justierung in der zur optischen Achse lateralen Ebene wird dadurch erreicht, daß Lichtwellenleiter (13) und optisches Sende- oder Empfangselement (49) auf verschiedenen Trägern (1, 10) fixiert sind, die mit ihren Trägeroberflächen (11) verschiebbar aufeinander liegen und daß das Lichtbündel durch zweimalige Spiegelung an je einer auf einem Träger (1, 10) befindlichen Spiegelebene (9, 14) vom Lichtwellenleiter (13) zum optisch aktiven Element (4) oder umgekehrt gelangt. Durch Verschieben der Träger (1, 10) wird eine laterale Justierung durchgeführt.

Anwendung der Anordnung in allen Übertragungssystemen mit Lichtwellenleitern, in Duplexern mit Lichtein- oder -auskopplung.

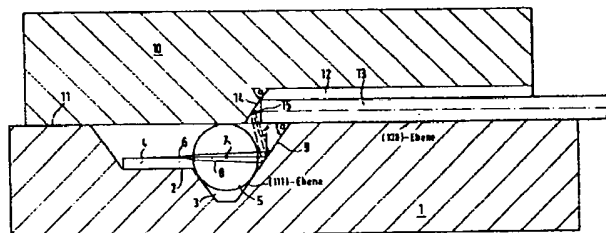


FIG. 1

DE 39 14 835 C 1

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Ankopplung eines Lichtwellenleiters an ein optisches Sende- oder Empfangselement nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

In der optischen Nachrichtentechnik müssen Lichtwellenleiter, insbesondere Monomode-Lichtwellenleiter, an optische Sende- und Empfangselemente mit möglichst hohem Koppelwirkungsgrad angekoppelt werden.

Die optischen Sende- und Empfangselemente können Halbleiterlaser, Empfangsdioden oder optoelektronische integrierte Schaltkreise (OEIC) sein. Eine sehr präzise Fixierung der Sende- und Empfangselemente sowie des Lichtwellenleiters und weiterer optischer Elemente ist notwendig, um eine dämpfungsarme Ankopplung zu erreichen.

Eine bekannte Möglichkeit, Halteelemente mit hoher Präzision herzustellen, besteht in der anisotropen Ätztechnik von Silizium, wie sie aus der DE 32 06 600 A1 hervorgeht.

Aus der DE 35 43 558 A1 ist es bekannt, einen Lichtwellenleiter und einen Fotodetektor über ein optisches Umlenkbauelement miteinander zu koppeln. Der Lichtwellenleiter und der Fotodetektor sind dabei auf einem Trägerelement befestigt. Dieses Trägerelement ist als Halbleiter, z.B. Si-Substrat, ausgebildet, in den grabenförmige Vertiefungen sowie das Umlenkbauelement eingätzt sind.

Die engen Toleranzen, die jedoch bei der Ankopplung von Lichtwellenleitern an Sende- oder Empfangselement gefordert werden, lassen sich mit der anisotropen Ätztechnik in Silizium nicht oder nur mit erheblichem Aufwand einhalten. Hinzu kommt, daß die Lage der Lichtaustritts- bzw. Lichteintrittszonen des Lasers bzw. des OEIC in Bezug auf dessen äußere Geometrie nicht mit der erforderlichen Genauigkeit definiert ist. Bei einem Einlegen des aktiven Bausteins, weiterer optischer Elemente und des Lichtwellenleiters in vordefinierte Siliziumhalterungen überschreitet die Summe aller Toleranzen aus der Ätztechnik, den Bausteingeometrien und bei der Montage die genannten Toleranzen wesentlich. Die strengen Toleranzanforderungen werden wesentlich entschärft, wenn zugelassen wird, daß an einer Stelle des Strahlengangs eine Justierung durchgeführt werden kann.

Aus der DE 31 38 197 A1 ist es bekannt, einen Lichtwellenleiter axial und lateral zur optischen Achse zu justieren. Nach diesem Stand der Technik wird eine Justierbewegung durch gegenseitiges Verschieben zweier senkrecht zur optischen Achse stehenden Flanschflächen durchgeführt. Da sich Laser oder OEICs meist auf einem Substrat befinden und seitlich abstrahlen, liegt die optische Achse parallel zu diesem als Montageebene dienenden Substrat oder Gehäuseboden. Die zur lateralen Justierung erforderlichen Flanschflächen müssen daher senkrecht zu dieser Montagegrundfläche stehen. Dies ist mit dem Nachteil verbunden, daß hierbei die Bauhöhe wächst. Bei geringen Flanschhöhen nimmt die Stabilität der Flanschverbindungen ab.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zur Ankopplung eines Lichtwellenleiters an ein optisches Sende- oder Empfangselement anzugeben, die die nötigen Präzisionsanforderungen erfüllt und im Gesamtaufbau stabil und kompakt ist.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Anordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Bei der Ankopplung von Lichtwellenleitern an optische Sende- oder Empfangselemente müssen viele verschiedene Gesichtspunkte beachtet werden, um einen optimalen Kopplungswirkungsgrad zu erreichen. Der wichtigste ist die Präzision der geometrischen Lage der verschiedenen optischen Komponenten. Beispielsweise besitzen Laserdioden und OEIC Streifenlichtwellenleiter, die sich in ihrer Feldverteilung von der Feldverteilung der Lichtwellenleiter unterscheiden. Zur Erzielung eines hohen Koppelwirkungsgrades muß die Feldverteilung des optoelektronischen Bausteins an die des Lichtwellenleiters angepaßt werden.

Für eine solche Anpassung ist eine optische Abbildung über Linsen, beispielsweise über Kugellinsen oder Gradientenindexlinsen gut geeignet. Typische Werte für die aufeinander anzupassenden Fleckdurchmesser sind 1–2 µm für den optoelektronischen Baustein und 9–10 µm für die Monomodelichtwellenleiter. Die bei der Kopplung zulässigen geometrischen Toleranzen müssen klein gegenüber diesem Fleckdurchmesser sein, das heißt ca. 0,2 µm für den Laser bzw. den OEIC, und ca. 1 µm für den Lichtwellenleiter. Diese strengen geometrischen Toleranzanforderungen können dann wesentlich leichter erfüllt werden, wenn, wie oben bereits angedeutet, an einer Stelle des Abbildungsstrahlengangs eine Justierung durchgeführt werden kann.

Die zur optischen Achse des Abbildungsstrahlengangs axialen Toleranzen sind um eine Größenordnung größer als die lateralen, so daß sie durch die Präzision der Siliziumtechnik gut aufgefangen werden können. Die optischen Komponenten sollten also in axialer Richtung durch Halterungen in Silizium, die durch anisotropes Ätzen hergestellt wurde, fixiert sein.

Um eine Justierung in lateraler Richtung zu ermöglichen, und trotzdem eine kompakte Bauweise beizubehalten ist es sinnvoll, die optischen Elemente auch in lateraler Richtung auf einem durch anisotropes Ätzen geformten Siliziumträger zu fixieren. Dabei werden jedoch der oder die Lichtwellenleiter auf einem ersten Träger und das Sende- oder Empfangselement auf einem zweiten Träger fixiert. Die Oberflächen der Träger stellen parallele Bezugsebenen dar. Die beiden Träger liegen mit ihren Oberflächen aufeinander. Sie können gegeneinander verschoben werden. Im Strahlengang zwischen Lichtwellenleiter und optischen Sende- oder Empfangselement finden zwei Spiegelungen an parallelen Spiegelflächen statt, von denen sich auf jedem Träger eine befindet. Durch Verschieben der Träger gegeneinander findet eine laterale Justierung statt. Dabei ist es besonders vorteilhaft, daß die Länge des Lichtbündels zwischen Lichtwellenleiterstirnfläche und Lichtaustritts- bzw. Lichteintrittsfläche am aktiven optischen Element auch bei Verschiebung der Träger in Richtung der Lichtwellenleiterlängsachse konstant bleibt.

Aus der DE-OS 37 31 311 ist es zwar an sich bekannt, den Strahlengang durch Spiegelung an einer geneigten Ebene aus der Ebene des Siliziumträgers heraus auf eine Empfangsdiode abzubilden, es findet jedoch keine zweimalige Spiegelung statt, und die Umlenkung wird nicht zum Justieren ausgenutzt. Im Gegensatz dazu wird in der DE-OS 37 31 311 davon ausgegangen, daß die Lage der Bauteile durch die Genauigkeit des Silizium-Ätzverfahrens mit ausreichender Genauigkeit festgelegt ist. Genau dies ist jedoch oftmals, wie bereits dargelegt, nicht der Fall.

Die kompakte Bauweise wird dadurch ermöglicht,

daß die laterale Justierung durch Verschiebung in einer zu den Oberflächen der Träger parallelen Ebene durchgeführt werden kann.

Da die Auflagefläche der Träger aufeinander beliebig groß gewählt werden kann, ist der Aufbau auch sehr stabil und somit, da die Oberflächen genau hergestellt werden können, ist eine hohe Justiergenauigkeit erreichbar.

Am besten geeignet ist eine Justierung in dem Bereich zwischen Abbildungsoptik und Lichtleitfaser, da hier die Toleranzen wesentlich größer sind als in dem Bereich zwischen Abbildungsoptik und aktivem optischen Bauelement. Zweckmäßigerweise werden das aktive optische Bauelement und das oder die Abbildungselemente auf einem gemeinsamen, durch anisotropes Ätzen geformten Siliziumträger plaziert und fixiert. Die dabei auftretenden Toleranzen in lateralen Richtungen können durch laterale Justierung des Lichtwellenleiters kompensiert werden.

Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 eine erste erfindungsgemäße Anordnung der optischen Komponenten, zu deren Herstellung mehrere Ätzschritte notwendig sind,

Fig. 2 eine zweite erfindungsgemäße Anordnung der optischen Komponenten, zu deren Herstellung nur ein Ätzschritt benötigt wird.

Fig. 3 eine Anordnung mit integrierter Ansteuerschaltung,

Fig. 4 eine weitere Anordnung mit integrierter Ansteuerschaltung,

Fig. 5 einen Wellenlängenduplexer mit auf dem Siliziumträger aufgebracht Filterschicht,

Fig. 6 einen Wellenlängenduplexer mit Filterglas im Schnitt,

Fig. 7 diesen Wellenlängenduplexer mit Filterglas in einer Draufsicht und

Fig. 8 einen weiteren Wellenlängenduplexer.

Fig. 1 zeigt einen ersten Siliziumträger 1 mit einer Trägeroberfläche 11, in dem durch anisotrope Ätztechnik ein Podest 2 und eine V-förmige Vertiefung 3 erzeugt wurden, die einen Laser 4 mit einer Lichtaustrittsfläche 6 und eine Kugellinse 5 mit einem Kugelmittelpunkt 7 aufnehmen. Die gegenseitige Positionierung von Laser 4, also dem aktiven Baustein, und Kugellinse 5, läßt sich durch anisotrope Siliziumätztechnik mit einer Genauigkeit von 1 bis 2 μm voreinstellen. Hinzu kommen noch die geometrischen Toleranzen dieser beiden Bauteile selbst und ihrer Befestigung durch Löten, Kleben oder anodisches Bonden, so daß insgesamt mit etwa 4 μm Toleranz in der Positionierung zwischen Lichtaustrittsfläche 6 und Kugelmittelpunkt 7 gerechnet werden muß. Diese Lagetoleranz wäre ohne Justiermöglichkeit der Lichtleitfaser viel zu groß, da der Lichtfleckdurchmesser in der Lichtaustrittsfläche 6 nur etwa 1 bis 2 μm beträgt. Für eine Vorpositionierung mit anschließender Faserjustierung ist diese Lagetoleranz jedoch völlig ausreichend. Das aus dem Laser 4 austretende Lichtbündel 8 wird hinter der Kugellinse 5 an einer anisotrop geätzten (111)-Kristallfläche einer ersten Spiegelebene 19 (Neigungswinkel $\alpha = \arctan \sqrt{2} = 54,74^\circ$) des Siliziumträgers 1 reflektiert und unter einem Winkel $\delta = 2\alpha - 90^\circ = 19,47^\circ$ gegen die Senkrechte der Trägeroberfläche 11 nach oben reflektiert. Ein zweiter Siliziumträger 10 liegt auf der Trägeroberfläche 11 des Siliziumträgers 1 auf und ist auf dieser Oberfläche 11 verschiebbar. In den Siliziumträger 10 ist eine V-Nut

12 geätzt, in die ein Lichtwellenleiter 13 eingelegt und fixiert ist. Die Begrenzungsflächen der V-Nut im Träger 10 und die Seitenflächen der Kugelaufnahme 3 im Träger 1 sind (111)-Ebenen mit geringer Ätzrate. Die Podestfläche 2 ist eine (100)-Ebene, bei welcher die Ätzgeschwindigkeit ein Nebenminimum hat, und die daher ebenfalls sehr glatt wird. Die Siliziumträger haben (100)-Oberflächen.

Die V-Nut 12 schließt vorn mit einer unter dem Winkel $\alpha = 54,74^\circ$ geneigten zweiten Spiegelebene, (111)-Ebene 14 ab. Das Lichtbündel 8 wird an dieser Spiegelebene 14 ein zweites Mal reflektiert und verläuft nun wieder in der ursprünglichen Richtung, da die beiden Spiegelebenen 9 und 14 parallel zueinander sind. Die beiden Spiegelebenen sind zur Erhöhung des Reflexionsvermögens verspiegelt. Dies kann durch eine metallische Spiegelschicht wie z. B. Gold, Silber oder Aluminium, oder eine dielektrische Spiegelschicht erreicht werden.

Durch Verschiebung des Siliziumträgers 10 gegenüber dem Siliziumträger 1 entlang der gemeinsamen Berührungsfläche 11 läßt sich nun der Auftreffpunkt 15 des Lichtbündels 8 auf der Stirnfläche des Lichtwellenleiters 13 sowohl nach vorn und hinten als auch nach oben und unten so justieren, daß der Lichtauftreffpunkt 15 in die Mitte des Lichtwellenleiterkerns des Lichtwellenleiters 13 fällt. Zur Kontrolle der richtigen Justierung wird der Laser 4 in Betrieb genommen und das übergekoppelte Licht gemessen (aktive Justierung).

Eine wichtige Eigenschaft dieses Justiervorschlages ist, daß die Länge des Strahlbündels 8 von Lichtaustrittsfläche 6 über die beiden Reflexionen bis zum Bildpunkt, dem Lichtauftreffpunkt 15, auch bei Verschiebung des Trägers 10 in Richtung der Längsachse der Lichtleitfaser 13 stets gleichbleibt, wie eine einfache geometrische Überlegung zeigt. Dadurch bleibt der Bildpunkt 15 stets auf der Stirnfläche des Lichtwellenleiters, wodurch eine axiale Dejustierung während der lateralen Justierung vermieden wird. Nach Beendigung der lateralen aktiven Justierung werden die beiden Siliziumträger 1 und 10 zueinander fixiert. Dies kann durch Kleben, anodisches Bonden oder Löten geschehen. Im letzteren Fall müssen in der Berührungsebene 11 lötbare Metallschichten aufgebracht sein.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 bilden die beiden Siliziumträger 1 und 10 gleichzeitig ein Gehäuse und einen Gehäusedeckel für den Laser und die Kugellinse.

Ein großer Vorteil für die aktive Justierung ist, daß durch die Präzision der Siliziumätztechnik in Verbindung mit fotolithografisch aufgetragenen Marken die Positionen schon so voreingestellt werden können, daß zumindest eine geringe Lichtüberkopplung schon vor Beginn der aktiven Justierung vorhanden ist. Dadurch wird die aktive Justierung erheblich erleichtert.

Die Bildweite b , d.h. die Länge des abbildenden Strahlenbündels zwischen dem Kugelmittelpunkt 7 und der Stirnfläche des Lichtwellenleiters 13 läßt sich durch die Tiefe der V-Nut 12 einstellen und muß entsprechend der Gegenstandsweite g (Abstand zwischen Lichtaustrittsfläche 6 und Kugelmittelpunkt 7) nach der Linsengleichung gewählt werden, wobei das Vergrößerungsverhältnis $M = b/g$ so gewählt wird, daß der Fleckdurchmesser des aktiven Bausteins und des Lichtwellenleiters aufeinander angepaßt werden.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ist das Podest 2 für die Aufnahme des aktiven Bausteins 4 und die pyramidenförmige Vertiefung 3 für die Aufnahme der Kugellinse in zwei verschiedenen Tiefen geätzt. Dies kann

durch eine Ätzstoppschicht im Bereich des Podestes 2 oder durch nacheinanderfolgende Ätzschritte mit verschiedenen Masken geschehen.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 kommt man ohne Ätzstoppschicht und mit einem Ätzschritt aus. Die Anordnung ist der gemäß Fig. 1 sehr ähnlich. Hier sitzt ein aktiver Baustein 4 auf dem Grund einer Vertiefung 3 unterhalb einer Kugellinse 5. Die Kugellinse 5 wird außer von einer Fläche 9 der ersten Spiegelebene noch von den beiden vor und hinter der Zeichenebene schräg verlaufenden (111)-Seitenflächen gehalten. Das horizontal aus dem aktiven Baustein 4 austretende Lichtbündel 8 wird hier vor dem Eintritt in die Kugellinse 5 an der ersten Spiegelebene 9, die auch hier verspiegelt ist, schräg nach oben reflektiert und trifft nach Fokussierung durch die Kugellinse 5 und nach Reflexion an der zweiten Spiegelebene 14 des oberen Siliziumträgers 10 auf die Stirnfläche des Lichtwellenleiters 13, der in einer V-Nut 12 liegt. Durch laterale Verschiebung der beiden Siliziumträger 1 und 10 entlang der gemeinsamen Berührungsfläche 11 kann wie im vorigen Ausführungsbeispiel der Bildpunkt 15 auf den Kern der Faser 13 justiert werden.

Eine Abwandlung des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 2 zeigt Fig. 3. Hier besteht der Siliziumträger 1 aus zwei Teilen: In einem ersten Teil ist 41 eine Vertiefung 3 ganz durchgeätzt. Der aktive Baustein 4 ist auf dem zweiten Teil, einem Substrat 20, aufgebracht, das auch elektrische Anschlüsse 21 und Bonddrähte 22 sowie eine Ansteuerschaltung 23 tragen kann. Auf diese Weise kann die Montage und Kontaktierung vor dem Aufbringen des ersten Teils 41 auf das Substrat 20 leichter durchgeführt werden. Danach wird das Substrat 20 mit dem Siliziumträger 1 durch Kleben oder Lötten entsprechender Metallisierungsschichten miteinander verbunden. Die Justierung zum Lichtwellenleiter 13 im Siliziumträger 10 erfolgt wie beschrieben.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 sitzt der aktive Baustein 4 mit Stromzuführung und Ansteuerschaltung auf einem Silizium-Substrat 20, in das die pyramidenförmige Vertiefung 3 zur Aufnahme der Kugellinse 5 anisotrop geätzt wurde. Die Bildweite 6 läßt sich hier auf einfache Weise durch Verschieben des ersten Teils 41 des Siliziumträgers 1 mit der Reflexionsfläche 9 gegenüber dem Siliziumsubstrat 20 einstellen. Die Justierung des Bildpunktes 15 zum Faserkern der Faser 13 wird wieder, wie oben beschrieben, durchgeführt.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist, daß auf einfache Weise zusätzlich zu der vereinfachten Justiermöglichkeit auch ein Wellenlängen-Duplexer realisiert werden kann. In Fig. 5 ist das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 dahingehend abgeändert, daß die Reflexionschicht auf der Fläche 14 durch eine Filterschicht 32 ersetzt worden ist, die die Wellenlänge λ_1 reflektiert und die Wellenlänge λ_2 durchläßt. In dem Siliziumkörper 10 wird auf der der V-Nut gegenüberliegenden Seite eine Vertiefung 33 geätzt, an deren einer Seitenfläche 34 eine Empfangsdiode 30 befestigt ist. Da die aktive Fläche 35 der Empfangsdiode 30 sehr nahe an der Stirnfläche des Lichtwellenleiters ist, wird hier keine Fokussierungsoptik benötigt. Dies ist gegenüber anderen Duplexern nach dem Stand der Technik ein Vorteil. Da das empfangene Licht das Silizium zwischen den Flächen 14 und 34 durchdringen muß, muß die Wellenlänge $\lambda_2 > 1,1 \mu\text{m}$ sein. Die elektrischen Anschlüsse der Empfangsdiode führen über Leiterbahnen 36 auf dem Silizium und Bonddrähte 37 zum Verstärkerchip 38.

Im Beispiel gemäß Fig. 5 muß die Filterschicht direkt

auf das Silizium aufgebracht werden, außerdem besteht eine oben genannte Einschränkung in der Empfangswellenlänge. Einfacher und billiger ist es, Filterschichten auf großflächige Glassubstrate aufzubringen und diese dann in Nutzen von vielen hundert Stück pro Filterscheibe zu zersägen. Im Vorschlag nach Fig. 6 ist daher die Siliziumwand zwischen der Fläche 34 der Vertiefung 33 und der Fläche 14 der V-Nut 12 ganz durchgeätzt, so daß ein dreieckiges Loch 39 in der Fläche 34 entsteht. Fig. 7 zeigt den oberen Siliziumkörper 10 von oben gesehen. Als Filter wird nun ein Glassubstrat 40 mit einer Filterschicht 32 auf der Wand 34 aufgebracht, so daß die Filterschicht 32 vor dem dreieckigen Loch 39 zu liegen kommt. Die Glasplatte 40 bildet nun an den axialen Anschlag für die Lichtleitfaser 13. Auf der Rückseite des Glassubstrates 40 ist die Empfangsdiode 30 aufgebracht, wobei deren aktive Fläche 35 das durch die Filterschicht 32 dringende Lichtbündel der Wellenlänge λ_2 empfängt.

In den Ausführungsbeispielen nach Fig. 5 und Fig. 6 ist die Empfangsdiode jeweils auf einer schräg liegenden Fläche aufgebracht. Da die Montage auf einer waagerechten Fläche einfacher ist, ist in Fig. 8 ein Ausführungsbeispiel gezeigt, bei welchem die Empfangsdiode 30 auf der waagerechten Oberfläche des oberen Siliziumträgers 10 montiert ist. Die Filterschicht 32 ist hier so ausgelegt, daß die empfangene Wellenlänge λ_2 reflektiert und die Sendewellenlänge λ_1 durchgelassen wird. Die Spiegelebene 14 sitzt hier an der gegenüberliegenden Wand der Vertiefung 33. Die Vertiefung 33 und die V-Nut 12 sind wieder von gegenüberliegenden Seiten her geätzt worden, wie im Beispiel nach Fig. 6, dieses Mal jedoch jeweils von der anderen Seite her.

In allen Duplexerbeispielen ist es von Vorteil, wenn die Rückseite des Filterträgers für die durchgehende Wellenlänge entspiegelt ist.

Ein besonderer Vorteil der erfindungsgemäßen Vorschläge ist, daß der Sende- und Empfangsteil auf separaten Siliziumträgern 1 bzw. 10 aufgebaut werden können, wobei diese Träger auch die dazugehörigen elektronischen Ansteuer- bzw. Verstärkerschaltungen aufnehmen können. Dadurch sind kurze elektrische Verbindungen möglich, was für hohe Bitraten von Wichtigkeit ist.

Patentansprüche

1. Anordnung zur Ankopplung eines Lichtwellenleiters (13) an ein optisches Sende- oder Empfangselement (4), wobei der Lichtwellenleiter (13) auf einem ersten, und das optische Sende- oder Empfangselement (4) auf einem zweiten Träger (1, 10) fixiert sind und Mittel vorgesehen sind, die eine Justierung in den zur optischen Achse lateralen Richtungen ermöglichen, dadurch gekennzeichnet,

daß der Lichtwellenleiter (13) und das optische Sende- oder Empfangselement (4) derart in durch anisotropes Ätzen hergestellten V-Nuten (12) und Vertiefungen (3) fixiert sind, daß sie über die Trägersoberflächen (11) der beiden Träger (1, 10) nicht herausragen, daß die Träger (1, 10) mit ihren Trägersoberflächen (11) beweglich aufeinanderliegen, daß an jedem Träger (1, 10) eine Spiegelebene (9, 14) derart angebracht ist, daß die Spiegelebenen (9, 14) zueinander parallel sind und daß ein Lichtbündel (8) durch zweimalige Spiegelung vom Sendeelement (4) zum Lichtwellenleiter (13) bzw. vom Lichtwellenleiter (13) zum Empfangselement (4)

gelangt.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich im Strahlungsgang zwischen Lichtwellenleiter (13) und Sende- oder Empfangselement (4) optische Bauteile (5) zur Abbildung befinden. 5

3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß optische Bauteile (5) sich im Strahlungsgang zwischen den beiden Spiegelebenen (9, 14) befinden. 10

4. Anordnung nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter (13), das optische Sende- oder Empfangselement (4) und die optischen Bauteile (5) in den durch Ätzen entstandenen Vertiefungen (3) und V-Nuten (12) durch Löten, Kleben oder Bonden befestigt sind. 15

5. Anordnung nach einem der bisherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiegelebenen (9, 14) mit einer metallischen Schicht, wie Gold, Silber oder Aluminium, oder mit einer dielektrischen Schicht verspiegelt sind. 20

6. Anordnung nach einem der bisherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (1) mit dem Sende- oder Empfangselement (4) aus einem Substrat (20) besteht, das eine Schaltung (23) trägt und einem auf dem Substrat (20) aufgebrachten Teil (41), dessen Oberfläche auf der des zweiten Trägers (10) verschiebbar ist. 25

7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die optischen Bauteile (5) auf dem Substrat (20) oder auf dem Teil (41) fixiert sind. 30

8. Anordnung nach einem der bisherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiegelebene (14) des Trägers (10) auf dem der Lichtwellenleiter (13) fixiert ist, für mindestens eine Wellenlänge spiegelt und für mindestens eine Wellenlänge durchlässig ist, und daß sich auf dem Träger (10) auf der von dem weiteren Träger (1) abgekehrten Seite, also hinter der Spiegelebene (14), eine Empfangsdiode (30) befindet. 35 40

9. Anordnung nach einem der bisherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Lichtwellenleiter (13) und der Spiegelebene (14) ein Glassubstrat (4) mit Filterschicht (39) zur Wellenlängenselektion vorgesehen ist, und daß sich auf dem Träger (10) mit dem Lichtwellenleiter (13) auf der von dem weiteren Träger (1) abgewandten Seite eine Empfangsdiode (30) befindet, die das an der Filterschicht (39) reflektierte Licht empfängt, während das durchgehende Licht zum Empfangselement (4) gelangt. 45 50

10. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiegelebene (14) eine auf eine dünne Siliziumschicht aufgebrachte Filterschicht ist. 55

11. Anordnung nach einem der bisherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Träger (1, 10) aus Silizium bestehen. 60

12. Anordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägeroberflächen (11) der Träger (1, 10) mit (100)-Kristallebenen zusammenfallen. 65

13. Anordnung nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiegelebenen (9, 14) mit (111)-Kristallebenen zusammenfallen. 65

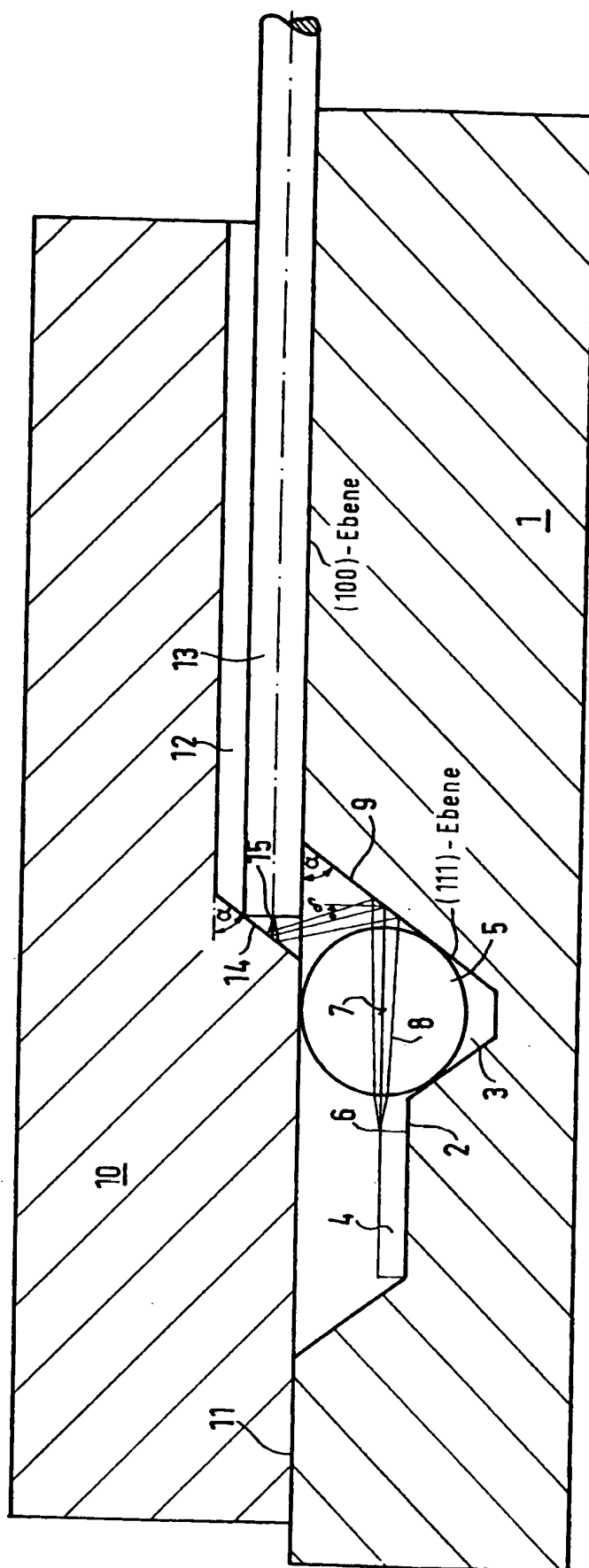
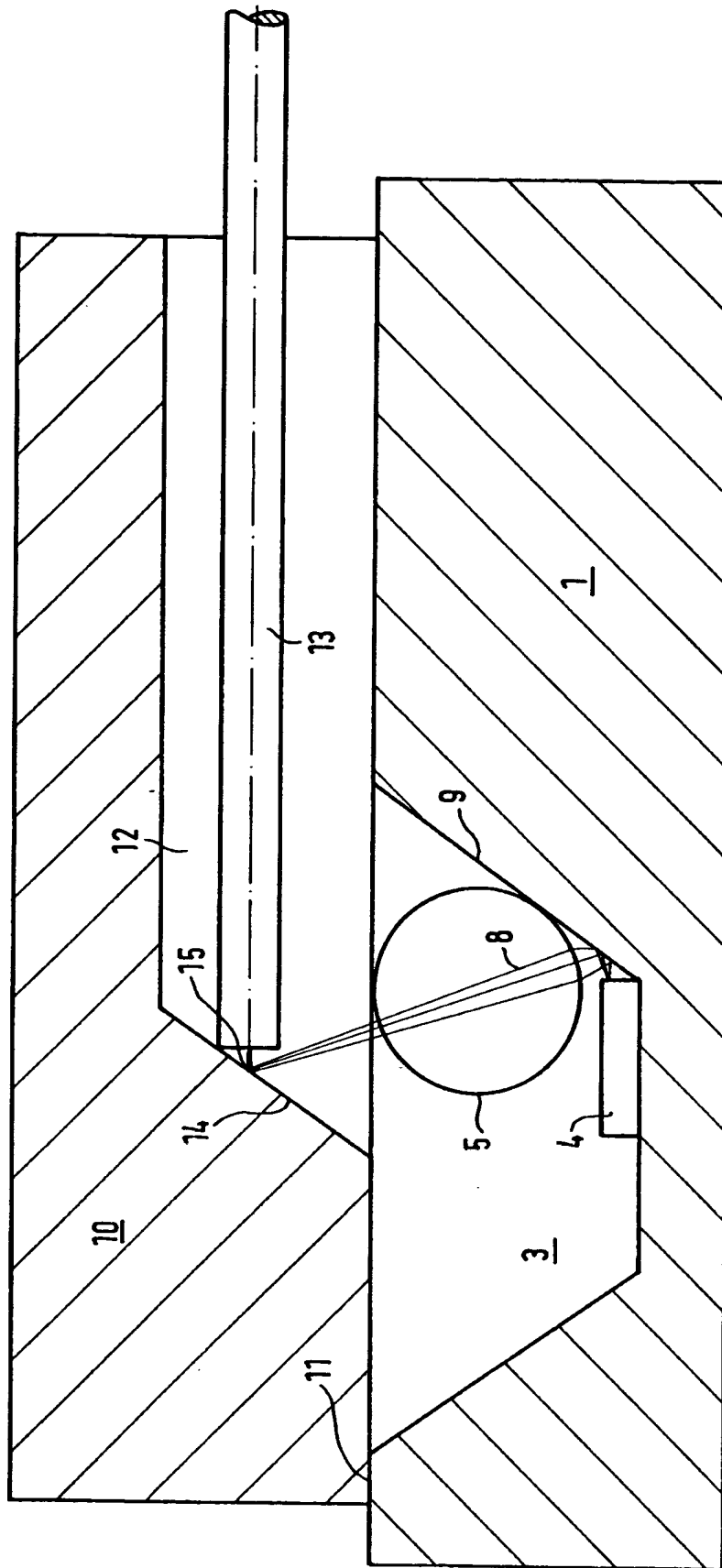


FIG. 1



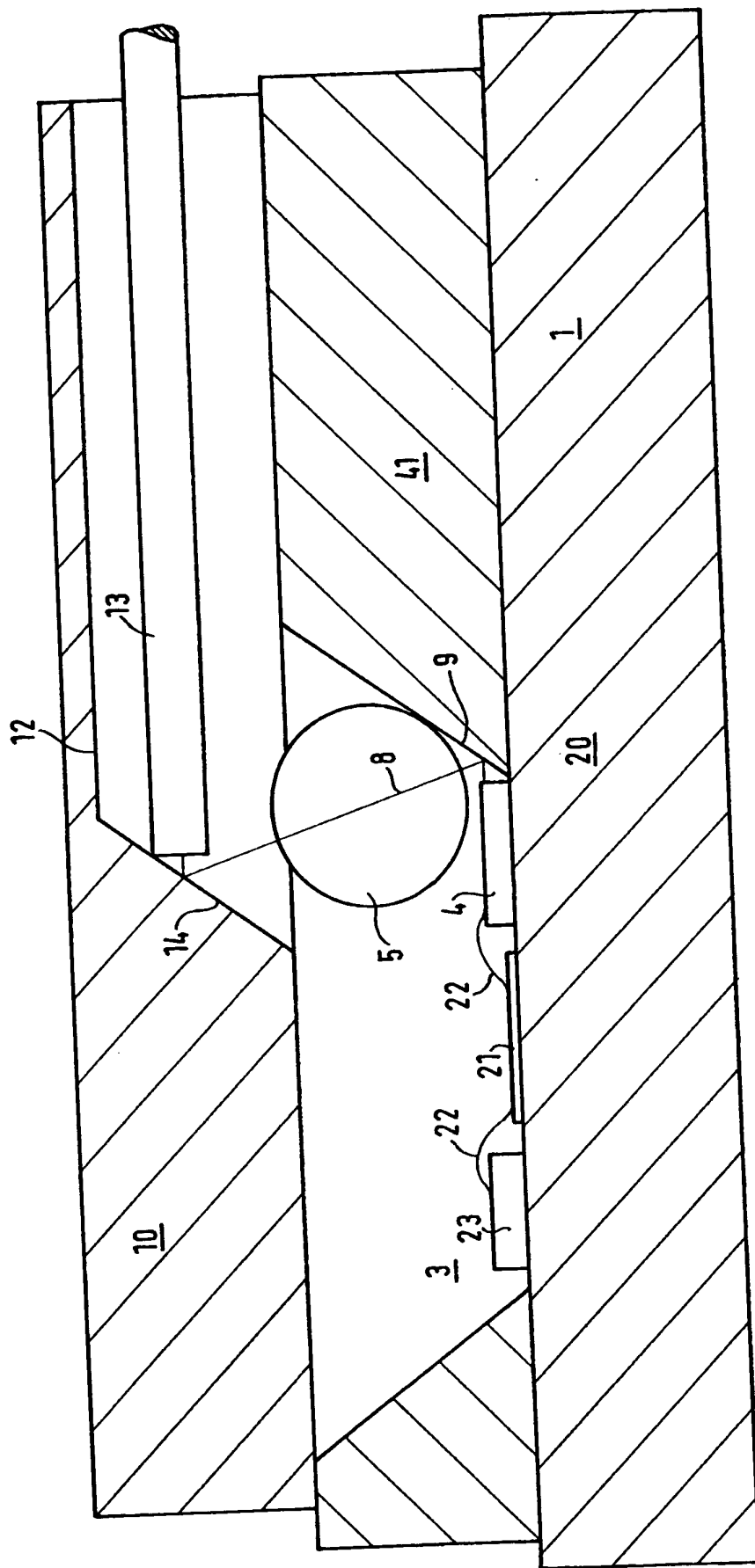


FIG. 3

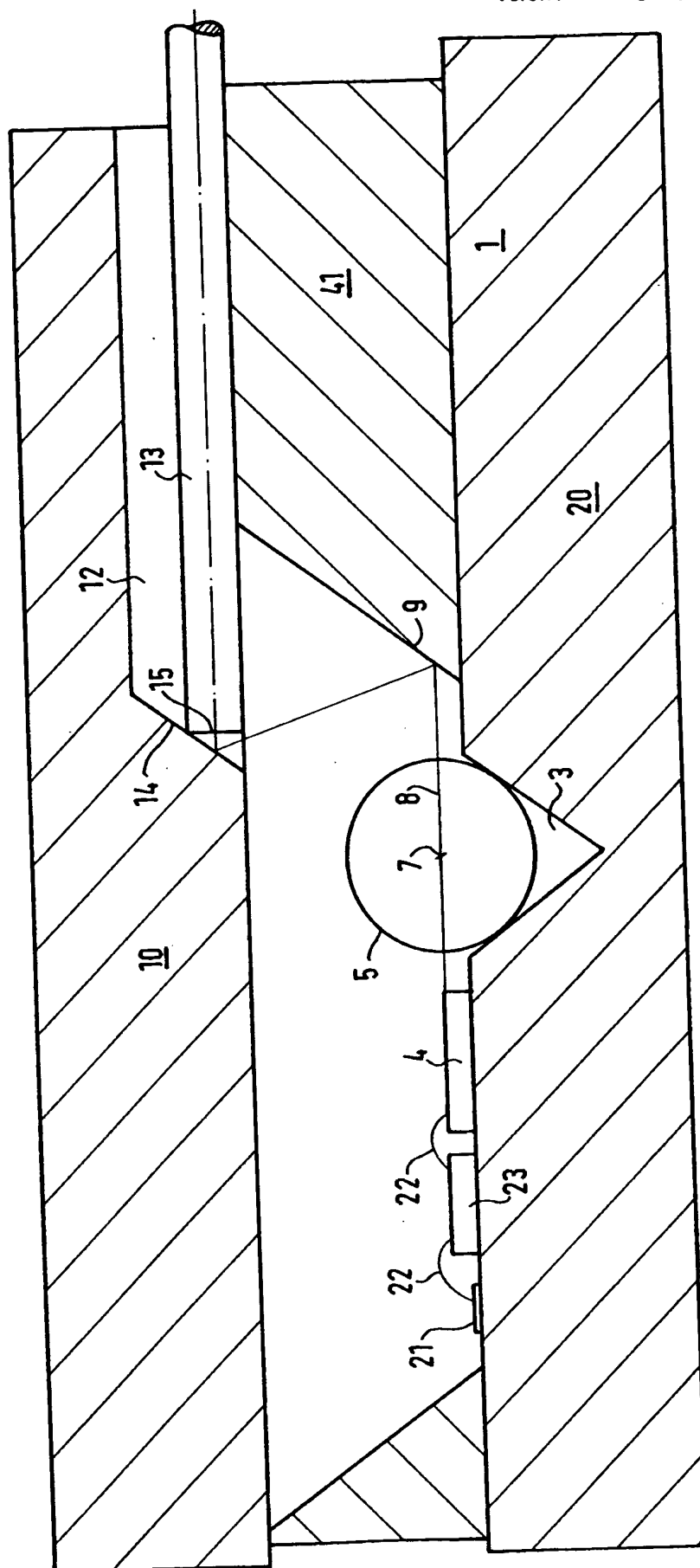


FIG. 4

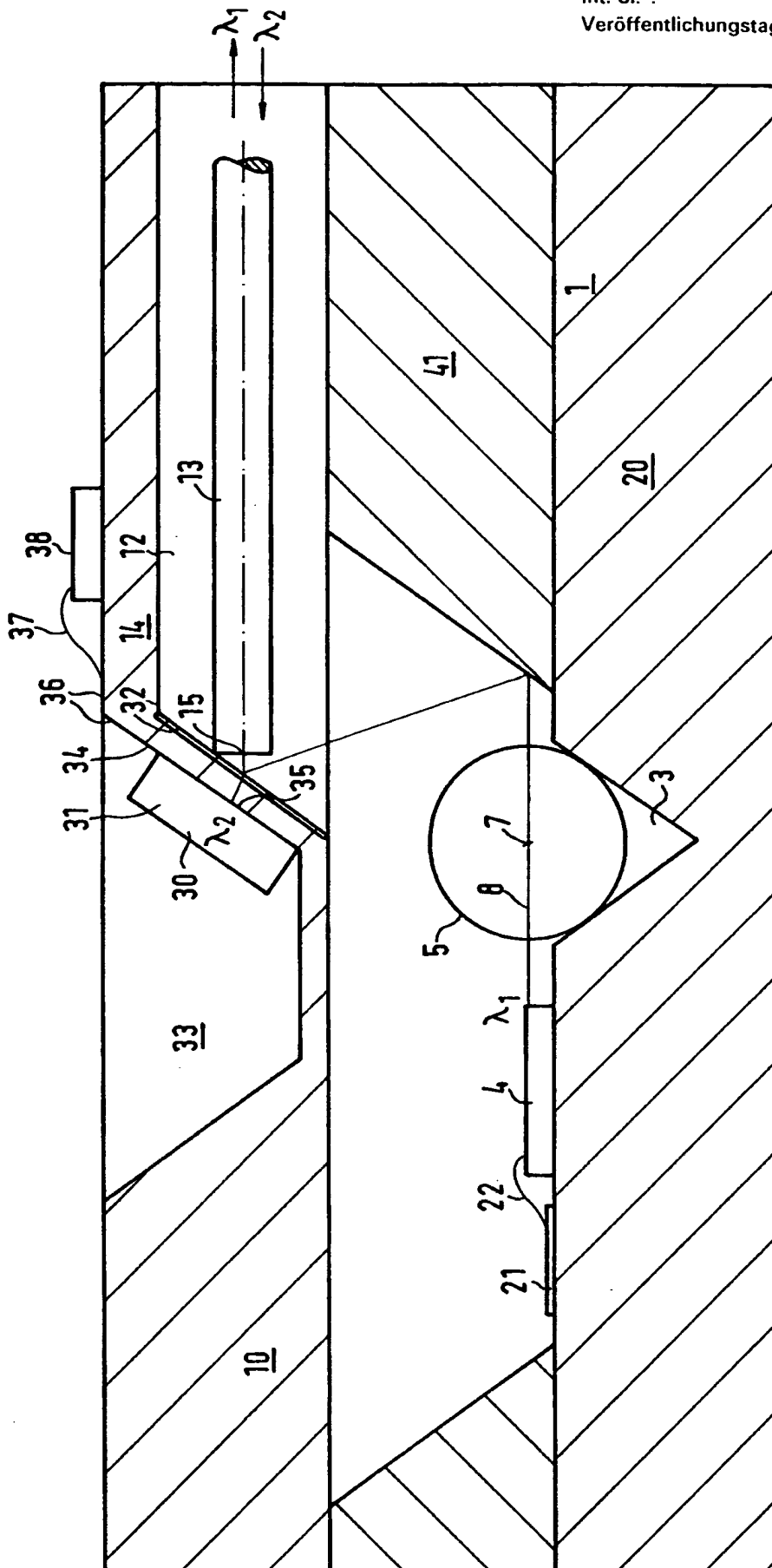


FIG. 5

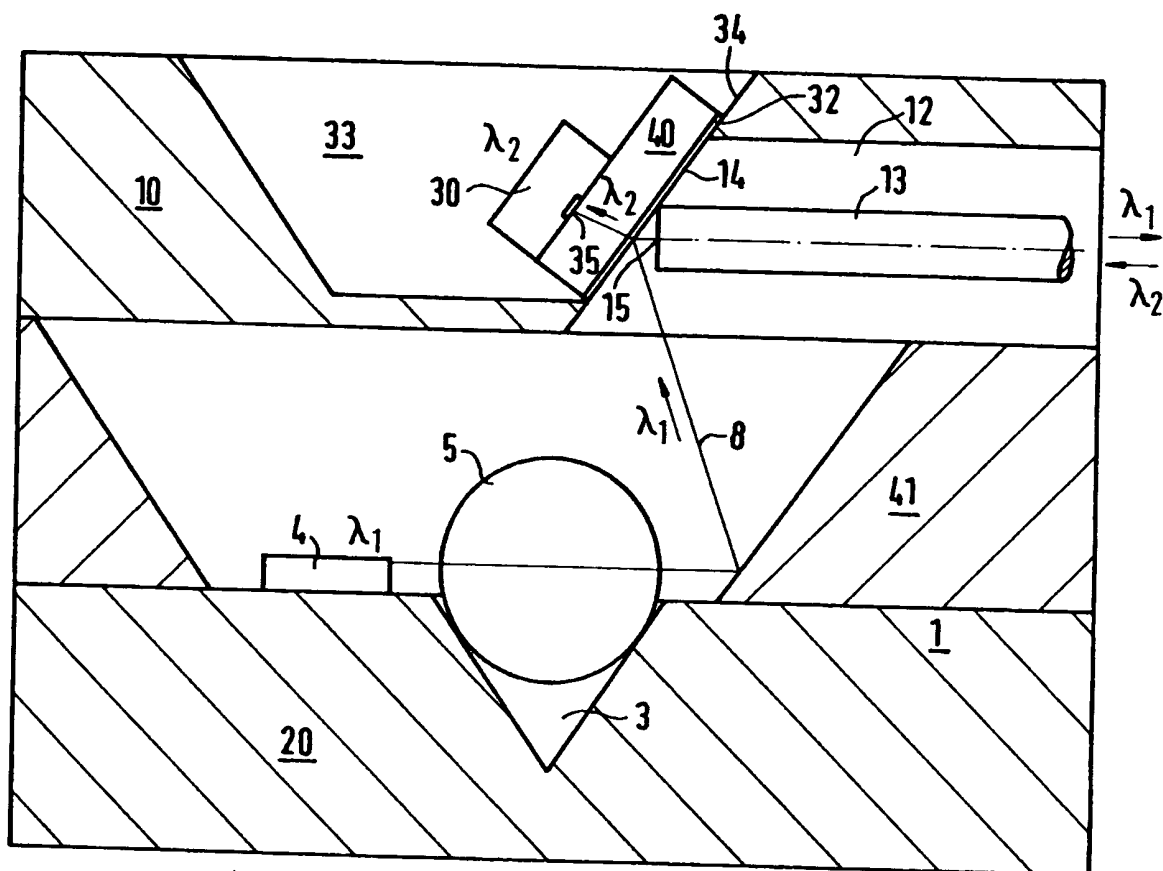


FIG. 6

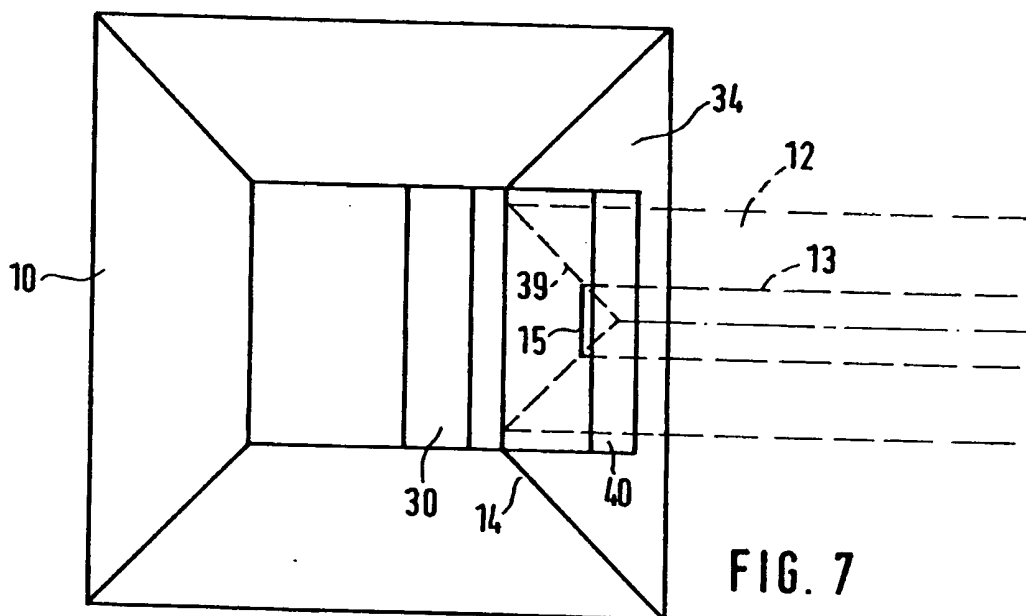


FIG. 7

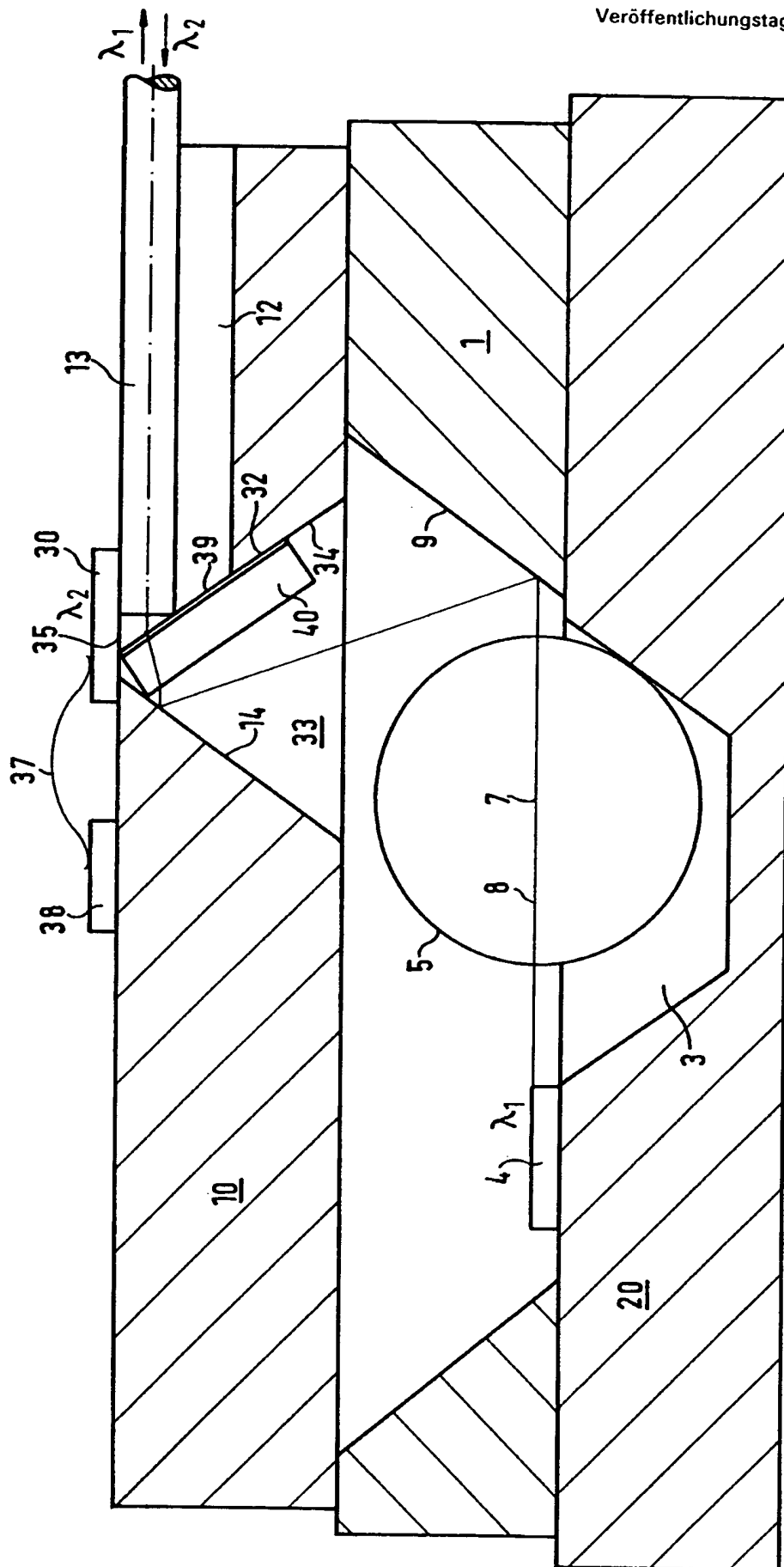


FIG. 8